

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: VERONIQUE SARDOX ET AL

GROUP ART UNIT: 1742

SERIAL NUMBER: 09/129,238

EXAMINER:

FILED: AUGUST 5, 1998

FOR: PROCESS FOR PRODUCING A THIN SHEET OF ULTRA-LOW-CARBON STEEL FOR THE MANUFACTURE OF DRAWN PRODUCTS FOR PACKAGING AND THIN SHEET OBTAINED

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119  
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO.</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
FRANCE	97 10155	AUGUST/7/1997

A Certified copy of the corresponding Convention Application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Jean-Paul Lavalleye  
Attorney of Record  
Registration No. 31,451

Richard L. Treanor, Ph.D.  
Registration No. 36,379

Fourth Floor  
1755 Jefferson Davis Highway  
Arlington, Virginia 22202  
(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Lavix 3

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION



## COPIE OFFICIELLE

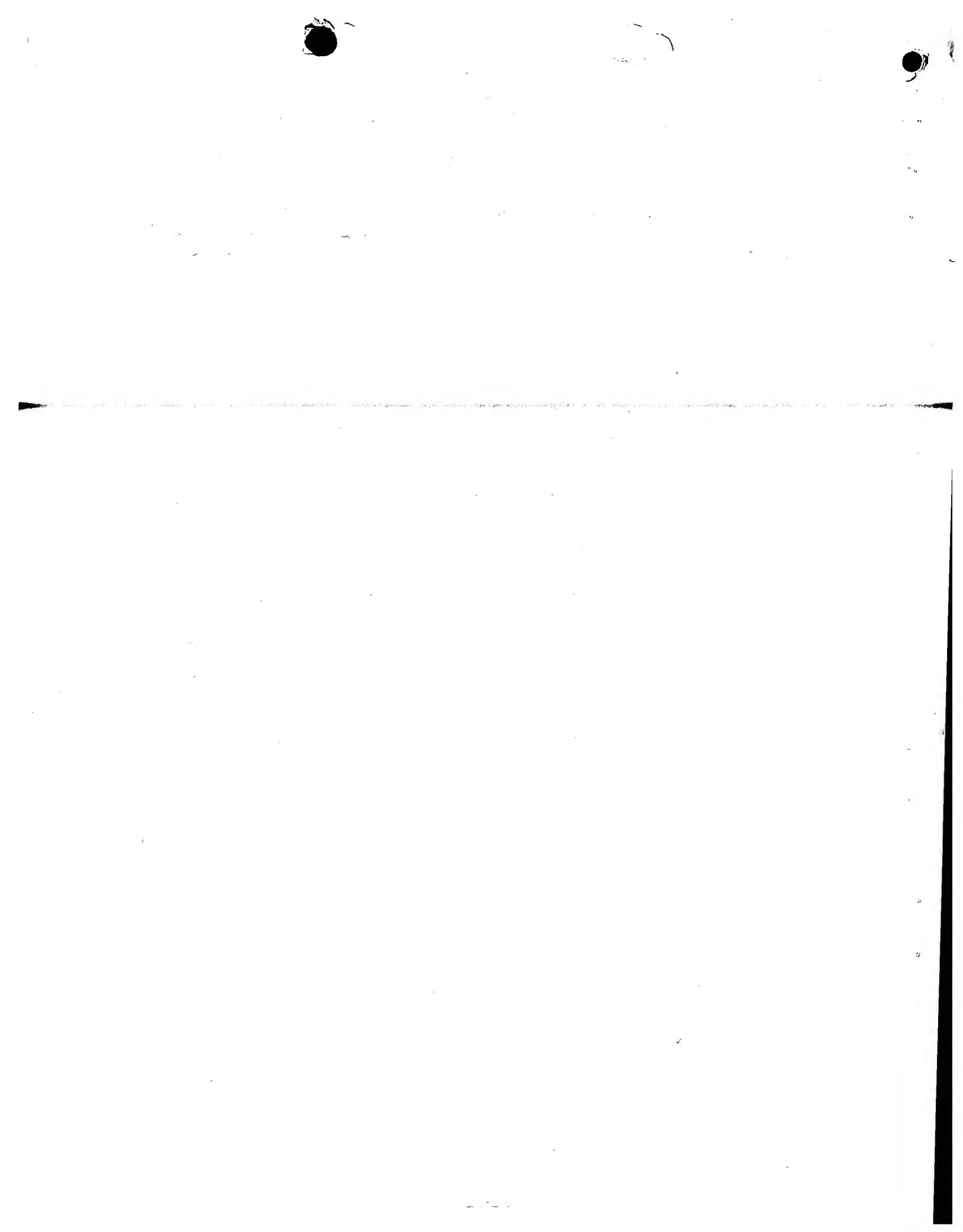
Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 29 JUIL 1998

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

<b>INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE</b>	<b>SIEGE</b> 26 bis, rue de Saint Petersbourg 75800 PARIS Cedex 08 Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30
---	--



26<sup>e</sup> bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Confirmation d'un dépôt par télécopie

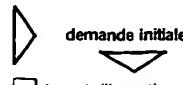
Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES	07. AOUT 1997	1	NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	97 10155 -	CABINET LAVOIX 2 Place d'Estienne d'Orves 75441 PARIS CEDEX 09	
DÉPARTEMENT DE DÉPÔT	75		
DATE DE DÉPÔT	07 AOUT 1997		

### 2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

brevet d'invention  demande divisionnaire  
 certificat d'utilité  transformation d'une demande de brevet européen



n°du pouvoir permanent      références du correspondant      téléphone  
**BFF 97/0317**      **53-20-14-20**

### Établissement du rapport de recherche

différé  immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance

oui  non

### Titre de l'invention (200 caractères maximum)

**Procédé d'élaboration d'une tôle mince en acier à ultra bas carbone pour la réalisation de produits emboutis pour emballage et tôle mince obtenue.**

### 3 DEMANDEUR (S)

n° SIREN

code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

Forme juridique

SOLLAC

Nationalité (s)

Française

Adresse (s) complète (s)

Immeuble "La Pacific" La Défense 7 - 11/13, Cours Valmy 92800 PUTEAUX

Pays

FR

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre

### 4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs

oui  non Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

### 5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

requise pour la 1ère fois  requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

### 6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

### 7 DIVISIONS antérieures à la présente demande

n°

date

n°

date

### 8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(nom et qualité du signataire - n° d'inscription)

CABINET LAVOIX

M. MONCHENY n° 92.1179

*A. Monchey*

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI



INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

# BREVET D'INVENTION, CERTIFICAT D'UTILITE

## DIVISION ADMINISTRATIVE DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

## DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

97 10155

## TITRE DE L'INVENTION :

**Procédé d'élaboration d'une tôle mince en acier à ultra bas carbone pour la réalisation de produits emboutis pour emballage et tôle mince obtenue.**

## LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

**SOLLAC**

**Immeuble "La Pacific" La Défense 7 - 11/13, Cours Valmy  
92800 PUTEAUX (FRANCE)**

## DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

**Véronique SARDOY  
24 rue des tilleuls 57070 METZ FRANCE**

**Gilles DAHMEN  
37 rue des platanes 57940 VOLSTROFF FRANCE**

**Isabelle POISSONNET  
19 rue de la Résistance 59470 WORMHOUT FRANCE**

**Anne BLANCHARD  
Hameau des 4 vents 162 avenue de verger de moïse  
13800 ISTRES FRANCE**

**Pascal CHOQUET  
31 rue de Valenciennes 59240 DUNKERQUE FRANCE**

**Bernard DEBIESME  
119 rue du Lac 59254 GHYVELDE FRANCE**

**NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.**

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire

**Paris, le 17 Septembre 1997**

**CABINET LAVOIX  
M. MONCHENY n° 92.1179**

*A. Moncheny*

## DOCUMENT COMPORTANT DES MODIFICATIONS

PAGE(S) DE LA DESCRIPTION OU DES REVENDICATIONS OU PLANCHE(S) DE DESSIN			R.M.*	DATE DE LA CORRESPONDANCE	TAMPON DATEUR DU CORRECTEUR
Modifiée(s)	Supprimée(s)	Ajoutée(s)			
16, 20, 21			X	21/10/97	CR - 27 OCT 1997
20			X	21/10/97	CR - 27 OCT 1997
21			X	21/10/97-	CR - 27 OCT 1997

Un changement apporté à la rédaction des revendications d'origine, sauf si celui-ci découle des dispositions de l'article 28 du décret du 19 septembre 1979, est signalé par la mention "R.M." (revendications modifiées).

L'invention concerne un procédé d'élaboration d'une tôle mince en acier à très bas carbone pour la réalisation de produits emboutis pour emballage tels que des boîtes et une tôle mince obtenue par le procédé.

5 Pour la fabrication, par emboutissage, de produits pour emballage en acier tels que des boîtes pour produits alimentaires ou pour boissons, on utilise des flans découpés dans des tôles minces dont les caractéristiques doivent être adaptées au procédé de formage par emboutissage.

10 Les procédés d'emboutissage utilisés pour réaliser les boîtes pour conserves alimentaires ou pour boissons sont généralement des procédés d'emboutissage-réemboutissage (DRD) ou d'emboutissage-repassage (DWI).

15 Dans l'un et l'autre cas, il est connu d'utiliser des tôles minces à très bas carbone ou à ultra bas carbone (ULC) dont la teneur pondérale en carbone est de quelques millièmes de pour cent et généralement inférieure à 8 millièmes de pour cent.

On connaît par exemple par le FR 95-02208 un procédé d'élaboration d'une tôle mince destinée à la fabrication par emboutissage-repassage, d'une boîte du type boîte pour boisson, à partir d'un acier ayant la composition pondérale suivante :

20           - carbone < 0,008 %,  
          - manganèse compris entre 0,10 et 0,30 %,  
          - azote < 0,006 %,  
          - aluminium compris entre 0,01 et 0,06 %,  
          - phosphore < 0,015 %,  
25           - soufre < 0,020 %,  
          - silicium < 0,020 %,  
          - au maximum 0,08 % d'un ou plusieurs des éléments cuivre, nickel et chrome,  
30           le reste de la composition étant constitué par du fer et des impuretés inévitables.

De manière générale, dans le cas de la fabrication des boîtes par les procédés d'emboutissage-réemboutissage (DRD) ou d'emboutissage-

repassage (DWI), des propriétés mécaniques et d'emboutissabilité spécifiques sont demandées en ce qui concerne les tôles minces ou les flans découpés dans ces tôles qui sont soumis à l'emboutissage.

En particulier, les tôles minces doivent présenter une faible tendance à la formation de cornes lors de l'emboutissage et de très bonnes propriétés d'emboutissabilité par rétreint.

Une bonne emboutissabilité est caractérisée par un coefficient d'anisotropie normale ou coefficient de Lankford élevé et un coefficient d'anisotropie plane  $\Delta C$  proche de zéro.

En outre, on recherche également une microstructure de l'acier la plus homogène possible suivant la largeur de la tôle et le long de ses rives, de manière à obtenir un comportement homogène des flans pendant leur emboutissage. De plus, on recherche dans la tôle destinée à l'emboutissage une microstructure la plus proche possible d'une microstructure à grains équiaxes homogènes.

Egalement, du fait que l'épaisseur de l'emballage métallique à l'état fini peut être très faible (par exemple inférieure à 0,1 mm), il est nécessaire de disposer d'une tôle exempte de défauts tels que des inclusions, c'est-à-dire un matériau présentant la meilleure propriété inclusionnaire possible.

Les tôles minces en acier pour la fabrication d'emballages emboutis sont généralement réalisées à partir d'un acier calmé à l'aluminium, dégazé sous vide et coulé généralement en continu sous la forme d'une brame qui est ensuite laminée à chaud de façon à obtenir une bande laminée à chaud qui est ensuite laminée à froid en deux étapes séparées par un recuit de recristallisation.

Le second laminage qui est généralement réalisé sur un laminoir skin-pass permet d'obtenir une tôle ayant l'épaisseur finale du produit sur lequel on réalise l'emboutissage.

Dans le cas de la fabrication des aciers à ultra bas carbone, l'acier élaboré dans le four métallurgique est soumis à un dégazage sous vide, généralement avec injection d'oxygène et calmé à l'aluminium, avant d'être

coulé dans une installation de coulée continue pour l'élaboration d'une brame.

La brame est laminée à chaud à une température supérieure au point Ar3 de l'acier pour obtenir une tôle laminée à chaud dont l'épaisseur est généralement inférieure à 3 mm.

La tôle laminée à chaud est ensuite laminée à froid avec un taux de réduction généralement supérieur à 80 % pour obtenir une tôle laminée à froid intermédiaire ou ébauche qui est ensuite recuite à une température inférieure au point Ac1 de l'acier avant le laminage final au skin-pass dont le taux de réduction dépend de la destination de la tôle.

Les tôles d'acier à ultra bas carbone dégazé sous vide et calmé à l'aluminium présentent des caractéristiques convenables en ce qui concerne leur emboutissabilité, l'homogénéité de la microstructure obtenue, à l'issue du cycle de fabrication, et la propreté inclusionnaire.

Cependant, la réalisation de nouveaux emballages de formes complexes à parois de plus en plus minces nécessite l'obtention de caractéristiques toujours plus élevées.

Le but de l'invention est de proposer un procédé d'élaboration d'une tôle mince en acier à très bas carbone pour la réalisation de produits emboutis d'emballage dans lequel :

- on élabore un acier calme et dégazé sous vide renfermant en poids, moins de 0,008 % de carbone, entre 0,10 et 0,35 % de manganèse, moins de 0,006 % d'azote, moins de 0,025 % de phosphore, moins de 0,020 % de soufre, moins de 0,020 % de silicium, au plus 0,08 % d'un ou plusieurs éléments parmi le cuivre, le nickel et le chrome, ainsi que de l'aluminium, le reste de la composition étant constitué par du fer et des impuretés inévitables,

- on coule l'acier sous forme d'une brame,
- on lamine la brame à chaud à une température supérieure à Ar3 pour obtenir une tôle laminée à chaud,
- on lamine à froid la tôle laminée à chaud, sous forme d'une tôle laminée à froid intermédiaire,

- on recuit la tôle laminée à froid intermédiaire en continu à une température inférieure à Ac<sub>1</sub>, et

- on relamine la tôle laminée à froid intermédiaire jusqu'à une épaisseur finale de la tôle pour emboutissage,

5 le procédé suivant l'invention permettant d'améliorer de manière notable l'emboutissabilité, la propreté inclusionnaire et l'homogénéité de microstructures de la tôle pour emboutissage.

Dans ce but, l'acier est élaboré de manière à renfermer moins de 0,010 % en poids d'aluminium.

10 L'invention est également relative à un procédé d'élaboration dans lequel on calme l'acier par mise en contact d'un acier effervescent obtenu par élaboration dans un four métallurgique avec un laitier contenant en particulier de l'aluminium et de l'alumine Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

15 L'invention est également relative à un procédé d'élaboration dans lequel l'acier est coulé sous forme d'une brame dans une installation de coulée continue sous gaz inerte.

20 Enfin, l'invention est également relative à une tôle mince présentant une microstructure homogène à grains équiaxes ayant une faible teneur en inclusions et présentant de très bonnes caractéristiques d'emboutissabilité en un acier à ultra bas carbone renfermant moins de 0,010 % d'aluminium.

Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire plusieurs exemples d'élaboration de tôles minces suivant l'invention et les caractéristiques microstructurales et d'emboutissabilité de ces tôles, en se référant aux figures jointes en annexe.

25 La figure 1 est un diagramme donnant le pourcentage de recristallisation en fonction de la température, d'acières présentant des teneurs en aluminium différentes.

Les figures 2A, 2B, 2C, 2D et 2E sont des microstructures, après recristallisation, de tôles laminées à froid en acier présentant des teneurs en aluminium différentes et croissantes de la figure 2A à la figure 2E.

La figure 3 est un diagramme donnant la limite élastique en fonction de la teneur en aluminium de tôles en acier pour emboutissage élaborées suivant l'invention et, de manière comparative, suivant l'art antérieur.

La figure 4 est un diagramme donnant la résistance mécanique en fonction de la teneur en aluminium de tôles en acier d'emboutissage élaborées par le procédé suivant l'invention et, de manière comparative, de tôles en acier élaborées suivant le procédé connu de l'art antérieur.

Les figures 5A, 5B et 5C sont des diagrammes représentant le coefficient d'anisotropie  $r$  d'une tôle d'emboutissage selon l'invention, respectivement dans la direction de la longueur de la tôle, dans la direction travers et à  $45^\circ$ .

La figure 6 est un diagramme donnant le coefficient d'anisotropie  $r$  moyen en fonction de la teneur en aluminium de tôles d'emboutissage en acier élaborées suivant l'invention et, de manière comparative, élaborées suivant l'art antérieur.

Dans le cadre d'une étude comparative entre le procédé d'élaboration de tôles pour emboutissage suivant l'invention caractérisé en particulier par de très basses teneurs en aluminium dans les tôles minces obtenues et de tôles pour emboutissage élaborées suivant le procédé connu de l'art antérieur, ces tôles renfermant des teneurs en aluminium supérieures à 0,010 % en poids, on a réalisé différentes coulées d'acier qui ne diffèrent de manière sensible que par leurs teneurs en aluminium. Le tableau 1 ci-dessous donne les compositions des aciers utilisés pour la fabrication de tôles d'emboutissage par laminage à froid de tôles laminées à chaud.

TABLEAU 1

Repère labo.	Temp; fin la- min.	Temp. Bob.	Ep. Coil (mm)	C	N	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Al. Mét.	Ti rés. (ppm)
M825	880°C	530°C	2,72	2,7	3,4	201	11	5	8	18	14	2	3
R2116A	875°C	570°C	2,96	3,5	3,5	202	13	11	8	15	15	8	1
R2115A	883°C	563°C	2,95	3,2	3,5	201	12	11	8	16	16	10	1
R1048C1	894°C	560°C	3,01	2,6	2,2	201	10	6	6	18	15	24	1
R1285	900°C	590°C	3,09	3,2	2,9	198	10	5	11	17	24	37	7
S 385	881°C	579°C	2,00	2,9	3,0	197	10	11	11	19	17	56	4
R1757A	871°C	559°C	3,04	3,4	5,0	237	3	5	14	18	30	64	4

Sur le tableau 1, les teneurs pondérales des différents éléments sont  
5 données en millièmes de pour cent, à l'exception du titane qui est indiqué  
en ppm, c'est-à-dire en dixième de millièmes de pour cent.

Les analyses chimiques ont été effectuées sur les tôles laminées à  
chaud constituant le produit obtenu dans une étape intermédiaire du procé-  
dé d'élaboration.

Dans la première colonne, on a indiqué les références des tôles ; ces  
références seront utilisées pour désigner les tôles jusqu'à leur état définitif,  
c'est-à-dire à l'état de tôles minces pour emboutissage.

Les trois premières tôles sous les références M825, R2116A et  
R2115A sont élaborées suivant le procédé de l'invention et comportent des  
15 teneurs en aluminium au plus égales à 10 millièmes pour cent.

Les quatre tôles suivantes indiquées dans le tableau 1 sont données  
à titre comparatif et concernent des tôles élaborées selon la technique anté-  
rieure et comportant 24 millièmes pour cent d'aluminium ou plus.

La seconde colonne du tableau 1 indique la température de fin de  
20 laminage et la troisième colonne, la température de bobinage de la tôle la-  
minée à chaud.

La quatrième colonne du tableau est relative aux épaisseurs des tô-  
les laminées à chaud.

Les colonnes suivantes du tableau indiquent les teneurs pondérales des différents éléments de l'acier des tôles.

Les aciers utilisés pour réaliser les tôles laminées à chaud sont élaborés au four métallurgique puis coulés en poche. L'acier est dégazé sous vide et calmé avant d'être coulé dans une installation de coulée continue de brames.

Le dégazage sous vide de l'acier est de préférence réalisé dans une installation RHOB, c'est-à-dire par insufflation d'oxygène pur dans l'acier mis en circulation dans une enceinte sous vide, ou dans une installation de vide en cuve.

Le calmage des aciers pour emballage métallique est généralement réalisé en ajoutant de l'aluminium à l'acier.

Un tel procédé a été utilisé dans le cas des aciers comparatifs.

Un tel procédé de calmage à l'aluminium n'est plus applicable dans le cas des aciers devant renfermer moins de 0,010 % d'aluminium.

Dans le cas des trois aciers suivant l'invention renfermant moins de 0,010 % d'aluminium, on a réalisé le calmage par réaction entre le laitier et l'acier, lors du brassage.

Il est toutefois nécessaire d'ajouter au laitier un mélange d'aluminium et d'alumine  $\text{Al}_2\text{O}_3$  pour éviter une réoxydation de l'acier. En effet, le laitier renferme une proportion importante de FeO et l'aluminium assure le piégeage de l'oxygène libéré par FeO au moment du brassage.

En ajustant les quantités d'aluminium et d'alumine dans le laitier, on peut ajuster la teneur finale en aluminium de l'acier à une valeur inférieure à 0,010 %.

Le dégazage sous vide, qui est une technique d'élaboration habituelle des aciers à ultra bas carbone, permet d'obtenir une teneur en carbone inférieure à 0,008 %.

Dans le cas des aciers élaborés dont la composition est donnée sur le tableau 1, les teneurs en carbon de ces aciers sont toutes comprises entre 26 et 35 ppm.

De manière à permettre des comparaisons significatives des caractéristiques mécaniques des aciers, on effectuera certaines corrections pour ramener les caractéristiques mécaniques à une teneur en carbone standard de 25 ppm.

5 De manière générale, la teneur en carbone des aciers à ultra bas carbone est inférieure à 0,008 % et de préférence inférieure à 0,006 %.

Les aciers du tableau 1 appartiennent donc à la catégorie des aciers à ultra bas carbone.

10 Ces aciers ont une teneur pondérale en azote allant de 22 à 50 ppm. De manière générale, pour les aciers destinés à la fabrication de tôles minces pour emballage, la teneur en azote est toujours inférieure à 0,006 % ou 60 ppm.

15 Dans de tels aciers également, la teneur en manganèse est généralement comprise entre 0,10 et 0,35 %. Dans le cas des aciers du tableau 1, les teneurs en manganèse sont comprises entre 0,197 et 0,237 %. Dans les aciers pour tôles minces pour emballage métallique, les teneurs en phosphore et en soufre doivent être limitées à 0,025 %, de préférence 0,015%, et à 0,020 %, respectivement. Dans le cas des aciers des exemples du tableau 1, ces teneurs sont respectivement comprises entre 0,003 et 0,013 % 20 et entre 0,005 et 0,011 %.

De même, dans les aciers pour emballage métallique sous forme de tôle mince, les éléments tels que le cuivre, le nickel et le chrome ne doivent pas se trouver dans leur ensemble dans une proportion supérieure à 0,08%.

25 Dans le cas des aciers du tableau 1, cette teneur totale en cuivre, nickel et chrome est au plus égale à 0,062 %.

En outre, on a pu montrer que de faibles teneurs en titane pouvaient augmenter de manière importante la température de recristallisation complète des tôles.

30 Pour obtenir des conditions de recristallisation convenables des tôles, on limite impérativement la teneur en titane à 10 ppm et de préférence à 6 ppm.

Dans le cas des aciers mentionnés au tableau 1, seul l'acier R1285 présente une teneur en titane résiduelle supérieure à 6 ppm.

Les aciers du tableau 1 sont donc des aciers dont la composition est caractéristique des aciers à ultra bas carbone utilisés pour la fabrication 5 d'emballages métalliques par emboutissage.

Toutefois, dans de tels aciers, la teneur en aluminium métallique à l'issue de l'élaboration des tôles est toujours supérieure à 0,010 % en poids ou 10 millièmes, cette teneur étant généralement comprise entre 10 et 60 millièmes de pour cent.

10 Le mode d'élaboration particulier des aciers de l'invention et la recherche d'une teneur en aluminium au plus égale à 0,010 % permettent d'obtenir, comme il sera montré ci-après, des tôles ayant une microstructure améliorée, une plus grande homogénéité de microstructure, une plus grande propreté inclusionnaire et de meilleures propriétés d'emboutissabilité.  
15

On a pu montrer en particulier que l'amélioration de la microstructure des tôles, la meilleure homogénéité de microstructure et les bonnes propriétés d'emboutissabilité étaient dues à la faible teneur en aluminium résiduel.

20 L'acier calmé est dégazé sous vide et coulé dans une installation de coulée continue de brames sous atmosphère inerte.

L'inertage de la coulée permet d'éviter une réoxygénération de l'acier lors de la coulée continue et donc des phénomènes d'effervescence et de percée à la coulée.

25 La brame coulée dans l'installation de coulée continue est laminée à chaud à une température supérieure à la température Ar3 de l'acier.

Dans le cas des tôles mentionnées au tableau 1, on a indiqué dans la deuxième colonne la température de fin de laminage des tôles laminées à chaud.

30 Les tôles laminées à chaud sont ensuite bobinées à une température inférieure à la température de recristallisation de l'acier.

Sur le tableau 2 ci-dessous, on a indiqué les caractéristiques microstructurales des tôles laminées à chaud dont les compositions et conditions de laminage sont données au tableau 1.

TABLEAU 2

5

Repère	IG	EI	Rp0,2 T (MPa)	Rm T (MPa)	A %	rT
M825	8,5	1,0	216	316	40,0	1,01
R2116A	8,7	1,0	292	349	29,4	0,81
R2115A	8,2	1,0	281	333	33,5	0,99
R1048 C1	8,2	1,0	276	333	35,0	0,95
R1285	7,0	1,0	238	317	36,3	0,96
S 385	8,0	1,0	226	318	36,2	0,90
R1757A	10	1,0	255	342	34,7	0,84

10

Dans la première colonne du tableau, on a indiqué les références des tôles laminées à chaud ; dans la deuxième colonne, on a porté l'indice de grains de la tôle laminée à chaud et dans la troisième colonne, l'allongement des grains.

Les caractéristiques microstructurales correspondent à la partie centrale au cœur des tôles à chaud.

Il apparaît que la microstructure au cœur des différentes tôles laminées à chaud ne semble pas être dépendante de la teneur en aluminium.

15

Un grain plus fin ( $IG = 10,0$ ) dans le cas de l'échantillon R1757A semble dû essentiellement à la présence de quantités d'azote, de manganèse, de cuivre et de chrome plus importantes dans l'alliage. A l'inverse, des grains plus gros ( $IG = 7,0$ ) pour l'échantillon R1285 semblent liés à la réalisation d'un laminage à plus haute température ( $900^{\circ}\text{C}$ ) entraînant un grossissement du grain austénitique.

20

On a également porté, dans le tableau 2, aux colonnes 4, 5, 6 et 7 respectivement, la limite élastique des tôles à 0,2 % dans le sens travers, la

résistance mécanique dans le sens travers, l'allongement à la rupture et le coefficient d'anisotropie normale  $r_T$  dans le sens travers.

On observe une augmentation des caractéristiques mécaniques et une diminution de l'allongement avec l'augmentation de la teneur en aluminium de l'acier ainsi qu'une diminution (sauf dans le cas de la tôle R2116A) du coefficient d'anisotropie normale  $r_T$ .

Les tôles laminées à chaud ont été soumises, après refroidissement, à un laminage à froid avec un taux de réduction de 85 à 95 %. On obtient alors des tôles intermédiaires dont l'épaisseur est de l'ordre de 0,2 à 10 0,3 mm.

Ces tôles sont ensuite soumises à un recuit dans une installation de recuit continu à une température inférieure à la température  $Ac_1$  de l'acier.

On relamine alors l'ébauche de tôle laminée à froid jusqu'à l'épaisseur finale de la tôle pour emboutissage.

Le recuit continu est effectué à une température supérieure à la température de recristallisation de l'acier qui est généralement de l'ordre de la température de recristallisation + 20°C ; la vitesse de chauffage de la tôle est de l'ordre de 27° par seconde. On maintient l'acier à la température de recuit supérieure à la température de recristallisation pendant 30 secondes environ. Le refroidissement de la tôle, après recuit continu, est effectué, dans un premier temps, à une vitesse de l'ordre de 8° par seconde et, dans un second temps, à une vitesse de l'ordre de 10° par seconde.

Selon la destination des tôles pour emboutissage, les étapes de laminage à froid et de recuit des tôles à chaud élaborées suivant l'invention 25 sont réalisées de manière différente.

Dans le cas des tôles destinées à la formation de boîtes par emboutissage-réemboutissage (DRD), la tôle laminée à chaud d'une épaisseur de l'ordre de 2,3 mm est laminée à froid avec un taux de laminage à froid de 85 à 89 %.

La tôle intermédiaire laminé à froid est ensuite recuite en continu à une température de 650°C environ pendant une durée de l'ordre de 20 secondes.

Le second laminage à froid ou laminage de finissage est réalisé au skin-pass avec un taux de réduction compris entre 23 et 31 %.

Dans le cas des tôles destinées à la fabrication de boîtes-boisson par emboutissage-repassage (DWI), la tôle laminée à chaud d'une épaisseur de 5 l'ordre de 3 mm est laminée à froid avec un taux de réduction de 90 à 93 %.

On effectue un recuit à une température de l'ordre de 670°C pendant une durée d'environ 30 secondes.

Le laminage final au skin-pass est réalisé avec un taux de réduction de 2,5 à 17 %.

10 Le taux de réduction important au cours du laminage final dans le cas des tôles DRD permet de développer de fortes caractéristiques mécaniques dans les tôles laminées à froid.

15 Sur le tableau 3 ci-dessous, on a porté dans la première colonne, les références des tôles qui correspondent aux références des tableaux 1 et 2, les différentes tôles se différenciant, quant à leur composition, principalement par leur teneur en aluminium.

#### TABLEAU 3

(voir page suivante)

20 Les trois premières tôles présentent des compositions selon l'invention alors que les quatre tôles suivantes sont des tôles comparatives.

Dans la deuxième colonne du tableau 3, on a porté le taux de réduction des tôles laminées à chaud, lors d'un premier laminage à froid. Ce premier laminage à froid est suivi d'un second laminage à froid au skin-pass avec un allongement identique pour toutes les tôles, de 2,5 %.

25 Dans la troisième colonne, on a indiqué la température du recuit continu (Rc).

On mesure ensuite un ensemble de caractéristiques mécaniques des tôles après laminage final au skin-pass, comme il sera indiqué par la suite.

30 Le taux de réduction au cours du premier laminage à froid qui est de l'ordre de 90 % ou un peu supérieur et le taux de réduction au second lami-

TABLEAU 3

Repère	Taux de LAF (%)	RC	Sens prélt.	Re	Rm	A%	rd	nd	r moyen	n moyen	ΔC	IG-EI
M825 880°C/530°C 2,72 mm	89,7	670°C	L	244	347	37,6	1,85	0,207	1,82	0,200	0,10	10,5-1,0
			L	240	346	35,5	1,78	0,206				
			T	257	347	33,2	2,33	0,194				
			T	246	343	40,7	2,68	0,205				
			45	250	342	34,1	1,55	0,197				
			45	257	350	32,8	1,62	0,198				
R2216A 875°C/570°C 2,96 mm	90,0	670°C	L	285	370	26,0	1,62	0,157	1,62	0,157	0,08	10,5-1,0
			L	280	368	26,8	1,62	0,160				
			T	289	376	30,2	2,08	0,159				
			T	290	378	27,2	2,07	0,155				
			45	270	362	29,4	1,50	0,155				
			45	271	366	30,4	1,48	0,158				
R2115A 883°C/563°C 2,95 mm	90,3	670°C	L	258	361	26,1	1,57	0,196	1,63	0,195	0,12	10,5-1,0
			L	259	359	26,6	1,59	0,197				
			T	257	359	28,7	2,17	0,198				
			T	262	359	29,6	2,17	0,198				
			45	266	360	27,0	1,39	0,192				
			45	265	360	32,8	1,51	0,195				
R1048 C3 894°C/560°C 3,01 mm	91,4	670°C	L	255	352	34,3	1,53	0,201	1,54	0,199	0,07	10,5-1,0
			L	255	353	34,1	1,51	0,202				
			T	262	351	35,6	2,05	0,192				
			T	260	352	36,4	2,04	0,198				
			45	256	353	32,0	1,35	0,201				
			45	256	352	36,7	1,40	0,200				
R1285 900°C/590°C 3,09 mm	91,9	670°C	L	267	366	29,2	1,51	0,190	1,48	0,188	-0,03	11,4-1,4 structure hétérogène
			L	266	366	28,0	1,44	0,192				
			T	271	363	28,8	1,79	0,186				
			T	268	363	27,0	1,77	0,184				
			45	267	357	26,2	1,39	0,184				
			45	265	353	27,2	1,37	0,191				
S385 881°C/579°C 2,00 mm	91,3	700°C	L	290	368	33,2	1,57	0,165	1,68	0,161	-0,03	11,4-1,4 structure hétérogène
			L	288	369	34,3	1,59	0,168				
			T	295	369	31,6	2,12	0,157				
			T	295	368	28,8	2,04	0,150				
			45	287	363	30,2	1,50	0,163				
			45	283	361	32,4	1,67	0,159				
R1757A 871°C/559°C 3,04	91,1	700°C	L	267	366	25,5	1,40	0,190	1,46	0,184	-0,08	structure très hétérogène forte élongation
			L	270	366	26,2	1,42	0,189				
			T	275	363	26,5	1,85	0,176				
			T	278	366	24,7	1,81	0,177				
			45	272	355	26,9	1,35	0,186				
			45	273	355	27,3	1,44	0,185				

nage à froid qui est de l'ordre de 2,5 % sont caractéristiques de l'élaboration de tôles DWI.

On a réalisé des prélèvements d'éprouvettes dans les tôles obtenues à l'issue du laminage final au skin-pass, le sens de prélèvement des éprouvettes étant indiqué dans la quatrième colonne du tableau 3 (L : dans le sens long de la tôle, T : dans le sens travers, 45 : à 45°).

Dans les colonnes suivantes du tableau 3, on a indiqué les valeurs mesurées de la limite élastique  $R_e$ , de la résistance mécanique  $R_m$ , de l'allongement  $A\%$ , du coefficient de Lankford  $r_d$  et du paramètre  $n_d$  pour chaque des éprouvettes prélevées dans les tôles.

Dans les colonnes suivantes, on a indiqué le coefficient de Lankford moyen  $r$  moyen et le paramètre  $n$  moyen, pour l'ensemble de la tôle.

Dans la colonne suivante, on a indiqué le coefficient d'anisotropie plane  $\Delta C$  mesuré qui, comme on peut le constater, est voisin de zéro.

Dans la dernière colonne, on a indiqué les caractéristiques des grains sous la forme de l'indice de grains  $IG$  et de l'allongement des grains  $E_l$ .

Les résultats de mesure portés au tableau 3 seront commentés par la suite en regard des figures 3 à 6 sur lesquelles les résultats ont été reportés de manière graphique.

Un premier but de l'étude effectuée sur les tôles dont les références sont indiquées au tableau 3 était de déterminer l'influence de la teneur en aluminium des tôles sur la température de recristallisation et sur la microstructure de recristallisation obtenue dans les tôles après le laminage à froid final.

On a effectué, entre les deux laminages à froid des tôles, différentes simulations de recuit continu sur des échantillons des tôles pour déterminer le pourcentage de recristallisation en fonction de la température de maintien au recuit continu, pour les différentes tôles dont les compositions sont indiquées au tableau 1.

Les résultats sont reportés sur la figure 1 sur laquelle on a tracé les courbes de recristallisation pour chacune des compositions de tôles, les

trois premières tôles ayant des compositions correspondant au procédé suivant l'invention et les quatre suivantes étant des tôles comparatives.

Le temps de maintien à la température de recuit est dans tous les cas de 30 secondes.

5 Les trois tôles suivant l'invention présentent pratiquement une même courbe de recristallisation portée en traits pleins sur la figure 1.

Un recuit de recristallisation complet est obtenu à 640°C.

10 La tôle R1285 à 37 millièmes d'aluminium dont la courbe de recristallisation est représentée en traits mixtes montre une température de recristallisation complète de l'ordre de 660°C.

La tôle S 385 à 56 millièmes d'aluminium présente une température de recristallisation complète de l'ordre de 680°C et la tôle R1757 à 64 millièmes d'aluminium une température de recristallisation complète de 710°C.

15 On observe donc un décalage de 40° de la température de recristallisation des tôles, lorsque la teneur en aluminium passe des teneurs correspondant au procédé d'élaboration de tôles suivant l'invention à une tôle à 64 millièmes d'aluminium. Dans le cas des tôles à 37 et à 56 millièmes d'aluminium, respectivement, le décalage est respectivement de 20 et de 40°C environ.

20 En ce qui concerne la tôle R1048 à 24 millièmes d'aluminium, le décalage de la température de recristallisation est inférieur à 20°C.

Les figures 2A, 2B, 2C, 2D et 2E sont des micrographies à un grossissement de 290 montrant les grains de tôles suivant l'invention à l'issue du recuit.

25 Sur la figure 2A, on voit la microstructure d'une tôle laminée à froid dont la teneur en aluminium est de 2 millièmes, cette tôle correspondant à la tôle M825 des tableaux 1, 2 et 3. Les grains de la tôle sont de forme régulière et équiaxe et l'indice de grains est de 10,5 avec un allongement des grains de 1.

30 La figure 2B est un micrographie montrant le grain d'une tôle renfermant 8 millièmes d'aluminium qui correspond à la tôle R2116A des tableaux. Les grains de la tôle sont équiaxes, de structure et de taille homo-

gènes. L'indice de grains et l'allongement des grains sont identiques au cas de la figure 2A.

La figure 2C est une micrographie d'une tôle à 24 millièmes d'aluminium qui correspond à la tôle R1048 C3 mentionnée sur les tableaux.

5 Les grains de la tôle ne sont plus de taille homogène et de structure purement équiaxe.

L'indice de grain IG est de 10,8 et l'allongement du grain de 1,0.

10 Les figures 2D et 2 E sont des micrographies de tôles renfermant respectivement 37 et 64 millièmes d'aluminium, ces tôles correspondant aux tôles R1285 et R1757A des tableaux.

Les grains n'ont plus une structure équiaxe mais une structure irrégulièrue et allongée connue sous le nom de "pancake".

Les indices de grains sont respectivement de 11 et 11,5 et les allongements de grains de 1,4 et de 2.

15 Il apparaît donc que pour des teneurs en aluminium de 2 et de 8, c'est-à-dire pour des tôles élaborées suivant le procédé de l'invention, les grains sont homogènes et de forme équiaxe, ce qui laisse présager un comportement homogène à l'emboutissage et une réduction des risques de défauts tels que des cornes d'emboutissage.

20 En revanche, pour les tôles élaborées suivant le procédé de l'art antérieur avec une teneur en aluminium supérieure à 10 millièmes pour cent, les grains ne sont plus homogènes et équiaxes, ce qui laisse supposer un comportement moins bon à l'emboutissage.

25 De plus, une faible teneur en aluminium, inférieure à 10, permet d'obtenir une bonne homogénéité de la microstructure dans les sens longitudinal et transversal.

Sur les figures 3 et 4, on a reporté les caractéristiques mécaniques indiquées sur le tableau 3, sous la forme de diagrammes donnant la limite élastique  $R_e$  et la résistance mécanique  $R_m$  en MPa en fonction de la teneur en aluminium.

30 La plupart des points relatifs aux mesures de limite élastique et de résistance mécanique dans le sens long et dans le sens travers s'alignent

suivant des droites qui ont été tracées en pointillés sur les figures 3 et 4. De manière générale, la limite élastique  $R_e$  et la résistance mécanique  $R_m$  augmentent avec la teneur en aluminium.

5 Dans le cas des aciers élaborés suivant le procédé de l'invention, la limite élastique et la résistance mécanique ramenées à une teneur en carbone de 25 ppm sont un peu supérieures à 250 et 345 MPa respectivement.

Sur les figures 5A, 5B et 5C, on a représenté des variations des coefficients de Lankford dans le sens long, dans le sens travers, et à 45°.

10 Un coefficient de Lankford de valeur élevée traduit une forte anisotropie normale favorable à l'emboutissage.

15 Comme il apparaît sur les courbes des figures 5A, 5B et 5C, quel que soit le sens de prélèvement des éprouvettes, le coefficient de Lankford  $r$  est élevé pour les teneurs en aluminium proches de zéro et décroît ensuite pour se stabiliser à une valeur minimale pour les teneurs en aluminium les plus élevées.

Sur la figure 6, on a représenté le coefficient de Lankford moyen pour l'ensemble de la tôle,  $r$  moyen, en fonction de la teneur en aluminium.

20 En traçant la courbe passant par les points de mesure, on peut voir que la valeur du coefficient  $r$  moyen extrapolée pour 0 % d'aluminium est de l'ordre de 1,9 et que pour une teneur d'aluminium de 10 millièmes, la valeur du coefficient de Lankford est légèrement supérieure à 1,60 (1,63).

On admet qu'une valeur du coefficient de Lankford moyen supérieure à 1,6 permet d'améliorer l'emboutissabilité au rétreint.

25 Au-dessus de 10 millièmes d'aluminium dans les tôles d'acier, le coefficient de Lankford moyen passe très rapidement en dessous d'1,6 pour se stabiliser aux alentour d'1,45 pour les plus fortes teneurs en aluminium des échantillons de tôle sur lesquels on a effectué les essais.

30 Les tôles pour emboutissage obtenues par le procédé d'élaboration suivant l'invention, qui présentent en particulier une teneur en aluminium au plus égale à 10 millièmes d' pour cent, présentent, à l'issue du laminage à froid final, une microstructure homogène à grains équiaxes et de très bonnes caractéristiques d'emboutissabilité. En particulier, la microstructure de

la tôle présente une bonne homogénéité dans le sens travers et les rives de la tôle présentent un grain équiaxe homogène dont la taille est un peu supérieure à la taille des grains dans la partie de la bande voisine de l'axe. De plus, des études ont montré que les tôles obtenues par le procédé de l'invention présentent une très bonne propreté inclusionnaire, lorsqu'on effectue la désoxydation par le laitier et qu'on réalise l'inertage de la coulée continue.

En particulier, la réduction du laitier influe sur l'écart type moyen des tailles d'inclusions et sur le nombre d'inclusions dans l'acier. En outre, le très bas aluminium permet de diminuer la densité moyenne des inclusions dans l'acier.

Une très bonne propreté inclusionnaire présente un grand intérêt, en particulier dans le cas de tôles très minces utilisées pour la fabrication par emboutissage d'emballages métalliques tels que des boîtes pour boissons.

Le procédé d'élaboration suivant l'invention permet en particulier de diminuer le pourcentage de rebut dû à des microstructures hétérogènes ou à la présence d'inclusions inacceptables dans les tôles pour emboutissage et en particulier dans les tôles pour emboutissage-repassage de type DWI.

En outre, le procédé suivant l'invention, qui utilise de très faibles quantités d'aluminium pour le calmage de l'acier, permet de réaliser une économie sur l'achat d'aluminium, dans le cadre de la production des tôles pour emboutissage.

L'invention ne se limite pas au mode de réalisation qui a été décrit.

C'est ainsi qu'on peut réaliser le calmage de l'acier autrement que par la réduction du laitier et que la présence de l'aluminium dans l'acier des tôles pour emboutissage avec une teneur inférieure à 10 millièmes de pour cent permet en elle-même d'obtenir des avantages substantiels en ce qui concerne la microstructure, l'homogénéité et l'emboutissabilité de la tôle d'acier.

L'invention s'applique aussi bien aux tôles pour emboutissage DRD qu'aux tôles pour emboutissage DWI. Les taux de laminage au cours du

premier et du second laminages à froid peuvent être adaptés à l'usage de la tôle pour la réalisation de produits emboutis d'emballage spécifiques.

### REVENDICATIONS

1.- Procédé d'élaboration d'une tôle mince en acier à très bas carbone pour la réalisation de produits emboutis pour emballage dans lequel :

5 - on élabore un acier calmé et dégazé sous vide renfermant, en poids, moins de 0,008 % de carbone, entre 0,10 et 0,35 % de manganèse, moins de 0,006 % d'azote, moins de 0,025 % de phosphore, moins de 0,020 % de soufre, moins de 0,020 % de silicium, au plus 0,08 % d'un ou plusieurs des éléments cuivre, nickel et chrome ainsi que de l'aluminium, le reste de la composition étant constitué par du fer et des impuretés inévitables,

10 - on coule l'acier sous forme d'une brame,  
- on lamine la brame à chaud à une température supérieure à Ar3 pour obtenir une bande de tôle laminée à chaud,

15 - on lamine à froid la tôle laminée à chaud, sous forme d'une tôle laminée à froid intermédiaire,  
- on recuit la tôle laminée à froid intermédiaire en continu à une température inférieure à Ac1,

20 - on relamine la tôle laminée à froid intermédiaire jusqu'à une épaisseur finale de la tôle pour emboutissage,  
caractérisé par le fait que l'acier est élaboré de manière à renfermer au plus 0,010 % en poids d'aluminium.

25 2.- Procédé suivant la revendication 1 pour la fabrication d'une tôle mince pour emboutissage DRD, caractérisé par le fait que la tôle laminée à chaud a une épaisseur voisine de 2,3 mm, qu'on lamine la tôle laminée à chaud avec un taux de réduction compris entre 85 et 89 %, qu'on recuit la tôle intermédiaire laminée à froid par recuit continu à une température de 650° environ, pendant vingt secondes environ, et qu'on relamine la tôle intermédiaire laminée à froid sur un laminoir skin-pass avec un taux de réduction compris entre 23 et 31 %.

30 3.- Procédé suivant la revendication 1 pour l'élaboration d'une tôle pour emboutissage DWI, caractérisé par le fait que la tôle laminée à chaud à une épaisseur voisine de 3 mm, qu'on lamine à froid la tôle laminée à

chaud avec un taux de réduction de 90 à 93 %, qu'on lamine la tôle laminée à froid intermédiaire en continu à une température voisine de 670°C pendant une durée de l'ordre de trente secondes et qu'on relamine la tôle intermédiaire après recuit dans un laminoir skin-pass, avec un taux de réduction compris entre 2,5 et 17 %.

5 4.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1, 2 et 3, caractérisé par le fait qu'on calme l'acier au contact d'un laitier présentant une teneur ajustée en aluminium et en alumine.

10 5.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'on coule l'acier sous forme d'une brame dans une installation de coulée continue en atmosphère inerte.

15 6.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que la tôle laminée à chaud est bobinée après laminage à chaud, à une température inférieure à la température de recristallisation de l'acier.

7.- Tôle mince en acier à ultra-bas carbone pour la réalisation de produits emboutis d'emballage renfermant en poids, moins de 0,008 % de carbone, entre 0,10 et 0,35 % de manganèse, moins de 0,006 % d'azote, moins de 0,025 % de phosphore, moins de 0,020 % de soufre, moins de 20 0,020 % de silicium, au plus 0,08 % d'un ou plusieurs des éléments cuivre, nickel et chrome ainsi que de l'aluminium, le reste de la composition étant constitué par du fer et des impuretés inévitables, la tôle mince étant obtenue par laminage à froid d'une tôle laminée à chaud par un premier laminage et par un second laminage séparés par un recuit en continu, caractérisée par le fait que l'acier de la tôle renferme au plus 0,010 % en poids 25 d'aluminium, qu'elle présente une structure homogène à grains équiaxes, qu'elle présente un coefficient de Lankford ( $r$  moyen) supérieur à 1,6 et un coefficient d'anisotropie plane ( $\Delta C$ ) voisin de 0.

gènes. L'indice de grains et l'allongement des grains sont identiques au cas de la figure 2A.

La figure 2C est une micrographie d'une tôle à 24 millièmes d'aluminium qui correspond à la tôle R1048 C1 mentionnée sur les tableaux.

5 Les grains de la tôle ne sont plus de taille homogène et de structure purement équiaxe.

L'indice de grain IG est de 10,8 et l'allongement du grain de 1,0.

10 Les figures 2D et 2 E sont des microographies de tôles renfermant respectivement 37 et 64 millièmes d'aluminium, ces tôles correspondant aux tôles R1285 et R1757A des tableaux.

Les grains n'ont plus une structure équiaxe mais une structure irrégulièrue et allongée connue sous le nom de "pancake".

Les indices de grains sont respectivement de 11 et 11,5 et les allongements de grains de 1,4 et de 2.

15 Il apparaît donc que pour des teneurs en aluminium de 2 et de 8, c'est-à-dire pour des tôles élaborées suivant le procédé de l'invention, les grains sont homogènes et de forme équiaxe, ce qui laisse présager un comportement homogène à l'emboutissage et une réduction des risques de défauts tels que des cornes d'emboutissage.

20 En revanche, pour les tôles élaborées suivant le procédé de l'art antérieur avec une teneur en aluminium supérieure à 10 millièmes pour cent, les grains ne sont plus homogènes et équiaxes, ce qui laisse supposer un comportement moins bon à l'emboutissage.

25 De plus, une faible teneur en aluminium, inférieure à 10, permet d'obtenir une bonne homogénéité de la microstructure dans les sens longitudinal et transversal.

30 Sur les figures 3 et 4, on a reporté les caractéristiques mécaniques indiquées sur le tableau 3, sous la forme de diagrammes donnant la limite élastique Re et la résistance mécanique Rm en MPa en fonction de la teneur en aluminium.

La plupart des points relatifs aux mesures de limite élastique et de résistance mécanique dans le sens long et dans le sens travers s'alignent

REVENDICATIONS

1.- Procédé d'élaboration d'une tôle mince en acier à très bas carbone pour la réalisation de produits emboutis pour emballage dans lequel :

5 - on élabore un acier calmé et dégazé sous vide renfermant, en poids, moins de 0,008 % de carbone, entre 0,10 et 0,35 % de manganèse, moins de 0,006 % d'azote, moins de 0,025 % de phosphore, moins de 0,020 % de soufre, moins de 0,020 % de silicium, au plus 0,08 % d'un ou plusieurs des éléments cuivre, nickel et chrome ainsi que de l'aluminium, le reste de la composition étant constitué par du fer et des impuretés inévitables,

10

- on coule l'acier sous forme d'une brame,  
- on lamine la brame à chaud à une température supérieure à Ar3 pour obtenir une bande de tôle laminée à chaud,

15

- on lamine à froid la tôle laminée à chaud, sous forme d'une tôle laminée à froid intermédiaire,

- on recuit la tôle laminée à froid intermédiaire en continu à une température inférieure à Ac1,

- on relamine la tôle laminée à froid intermédiaire jusqu'à une épaisseur finale de la tôle pour emboutissage,

20

caractérisé par le fait que l'acier est élaboré de manière à renfermer au plus 0,010 % en poids d'aluminium.

25

2.- Procédé suivant la revendication 1 pour la fabrication d'une tôle mince pour emboutissage par le procédé d'emboutissage-réemboutissage DRD, caractérisé par le fait que la tôle laminée à chaud a une épaisseur voisine de 2,3 mm, qu'on lamine la tôle laminée à chaud avec un taux de réduction compris entre 85 et 89 %, qu'on recuit la tôle intermédiaire laminée à froid par recuit continu à une température de 650° environ, pendant vingt secondes environ, et qu'on relamine la tôle intermédiaire laminée à froid sur un laminoir skin-pass avec un taux de réduction compris entre 23 et 31 %.

30

3.- Procédé suivant la revendication 1 pour l'élaboration d'une tôle pour emboutissage par le procédé d'emboutissage-réemboutissage DWI,

caractérisé par le fait que la tôle laminée à chaud à une épaisseur voisine de 3 mm, qu'on lamine à froid la tôle laminée à chaud avec un taux de réduction de 90 à 93 %, qu'on recuit la tôle laminée à froid intermédiaire en continu à une température voisine de 670°C pendant une durée de l'ordre de trente secondes et qu'on relamine la tôle intermédiaire après recuit dans un laminoir skin-pass, avec un taux de réduction compris entre 2,5 et 17 %.

4.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1, 2 et 3, caractérisé par le fait qu'on calme l'acier au contact d'un laitier présentant une teneur ajustée en aluminium et en alumine.

10 5.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'on coule l'acier sous forme d'une brame dans une installation de coulée continue en atmosphère inerte.

15 6.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que la tôle laminée à chaud est bobinée après laminage à chaud, à une température inférieure à la température de recristallisation de l'acier.

20 7.- Tôle mince en acier à ultra-bas carbone pour la réalisation de produits emboutis d'emballage renfermant en poids, moins de 0,008 % de carbone, entre 0,10 et 0,35 % de manganèse, moins de 0,006 % d'azote, moins de 0,025 % de phosphore, moins de 0,020 % de soufre, moins de 0,020 % de silicium, au plus 0,08 % d'un ou plusieurs des éléments cuivre, nickel et chrome ainsi que de l'aluminium, le reste de la composition étant constitué par du fer et des impuretés inévitables, la tôle mince étant obtenue par laminage à froid d'une tôle laminée à chaud par un premier laminage et par un second laminage séparés par un recuit en continu, caractérisée par le fait que l'acier de la tôle renferme au plus 0,010 % en poids d'aluminium, qu'elle présente une structure homogène à grains équiaxes, qu'elle présente un coefficient de Lankford (r moyen) supérieur à 1,6 et un coefficient d'anisotropie plane ( $\Delta C$ ) voisin de 0.

1 / 5

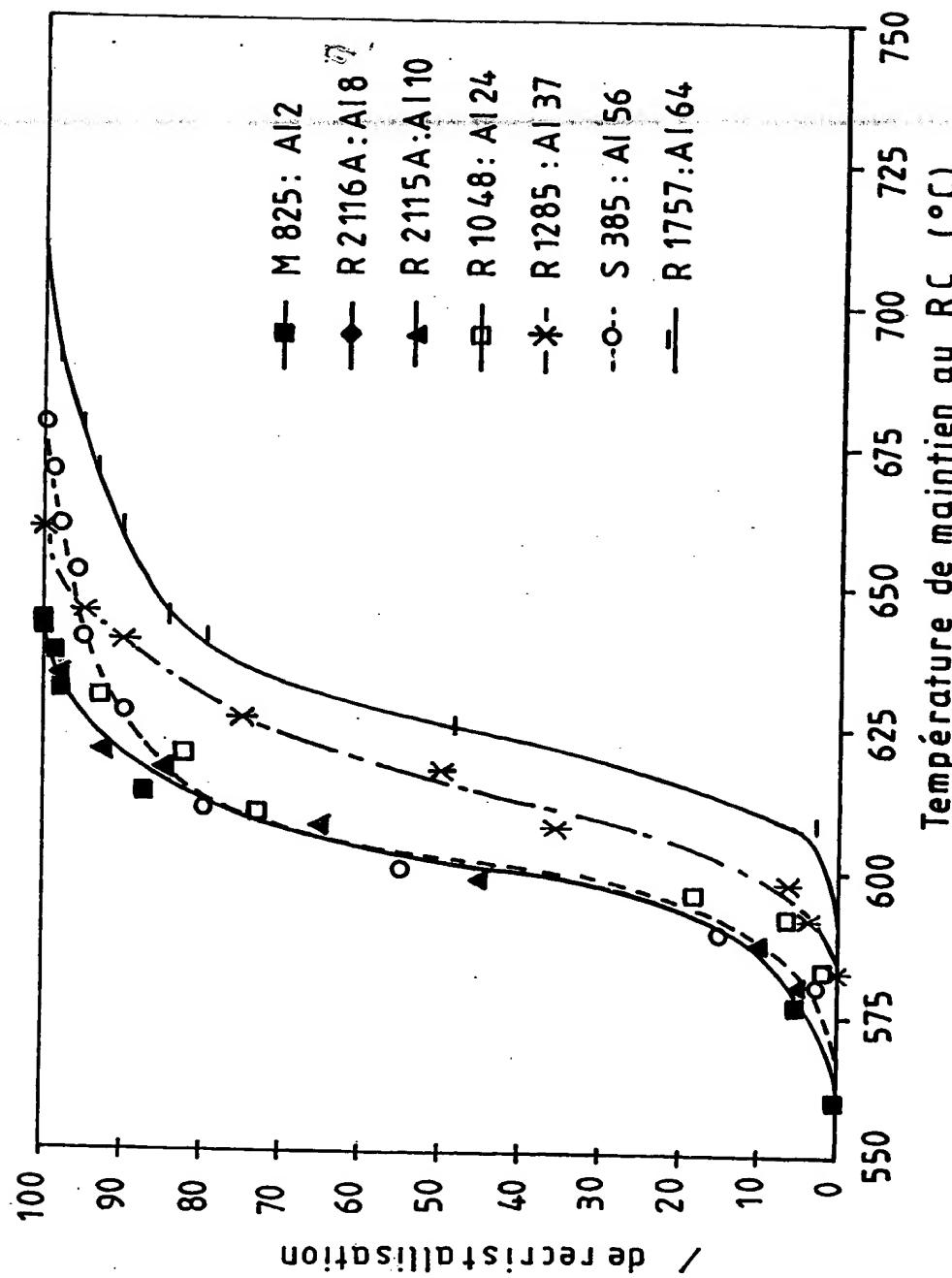
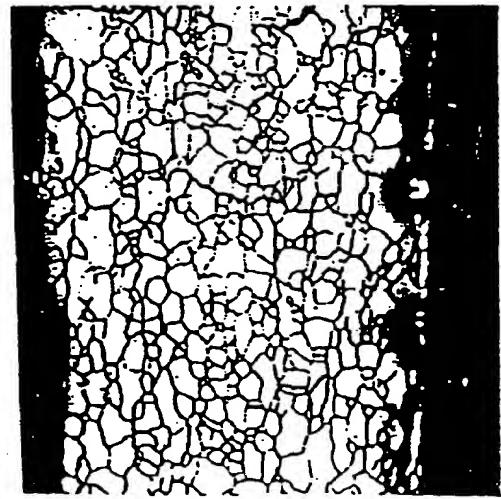
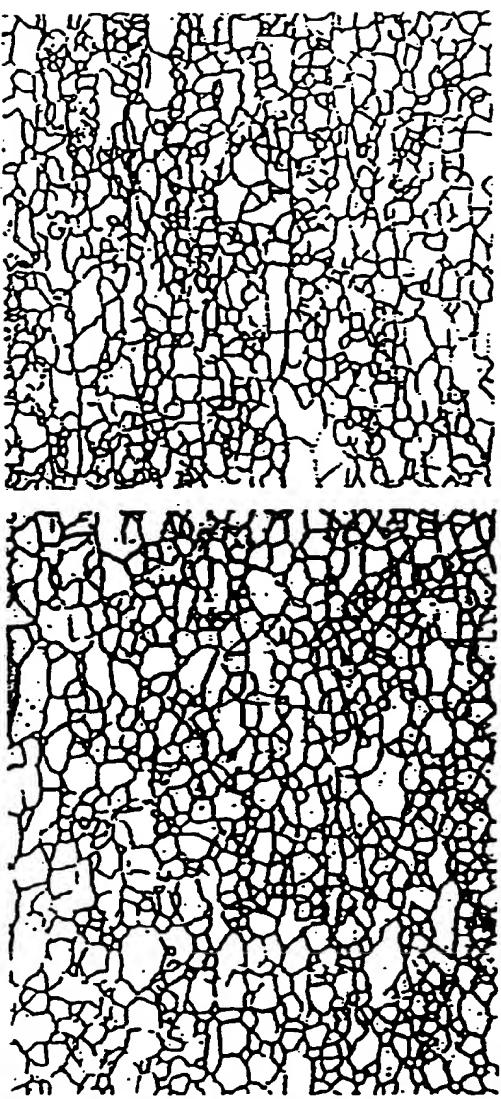


FIG. 1

2/5

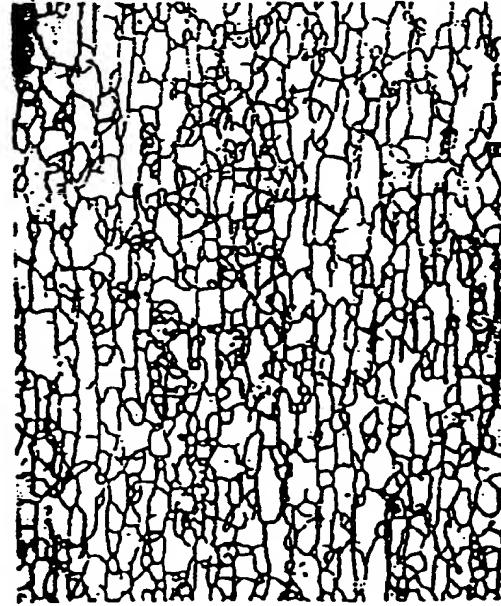
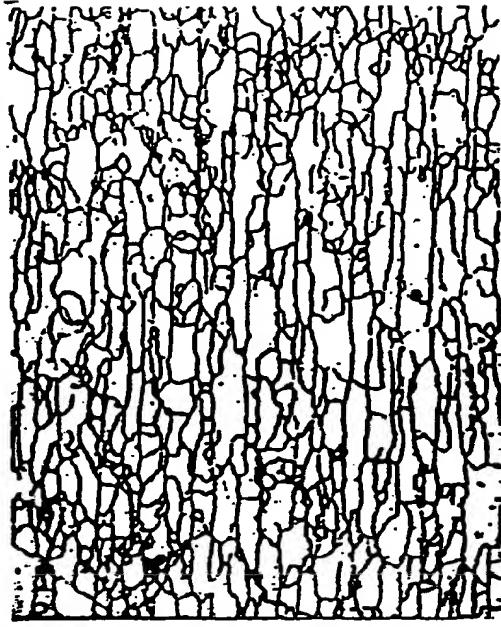


AI =  $2.10^{-3}\%$  (Ig:105-1,0)  
FIG. 2A



AI =  $8.10^{-3}\%$  (Ig:105-1,0)  
FIG. 2B

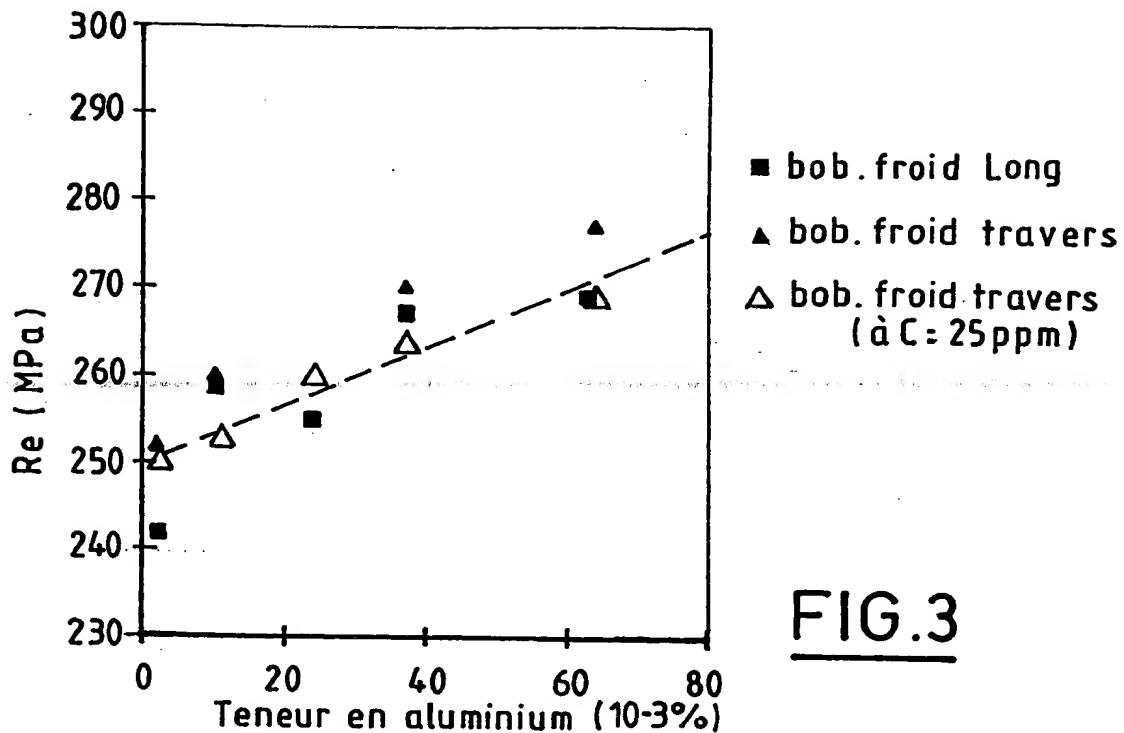
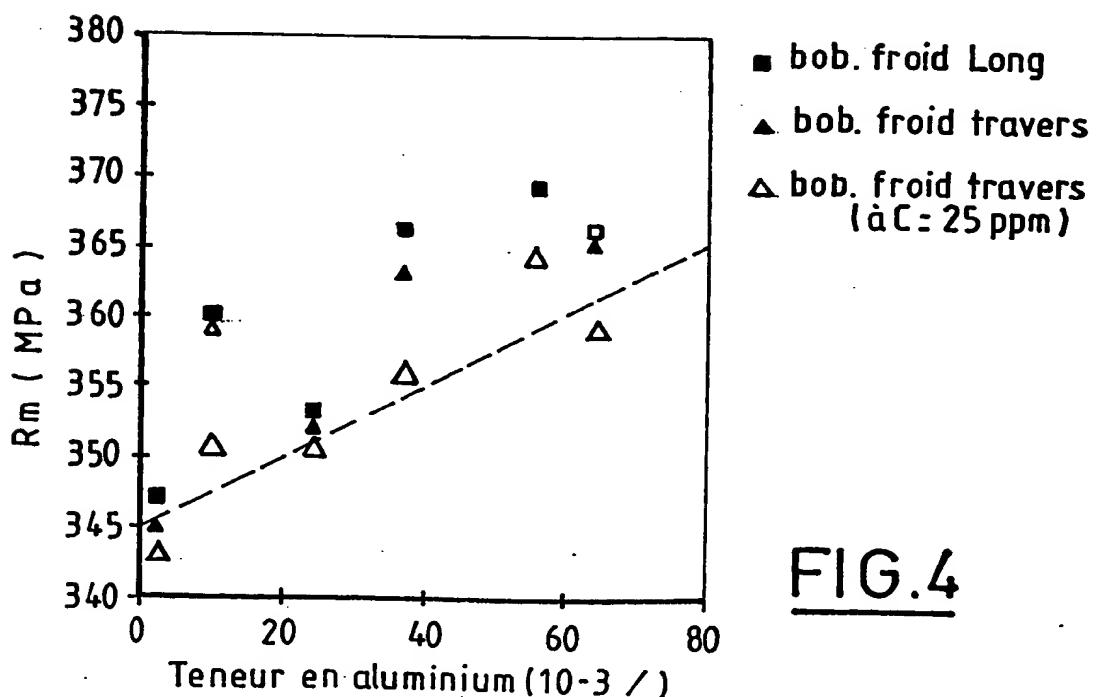
AI =  $24.10^{-3}\%$  (Ig:10,8-1,0)  
FIG. 2C



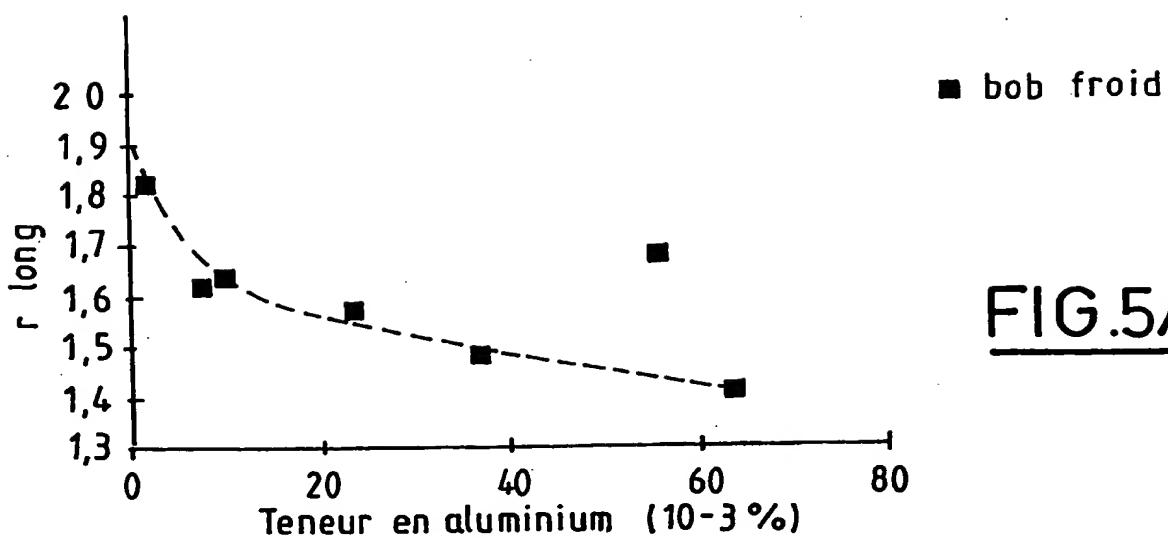
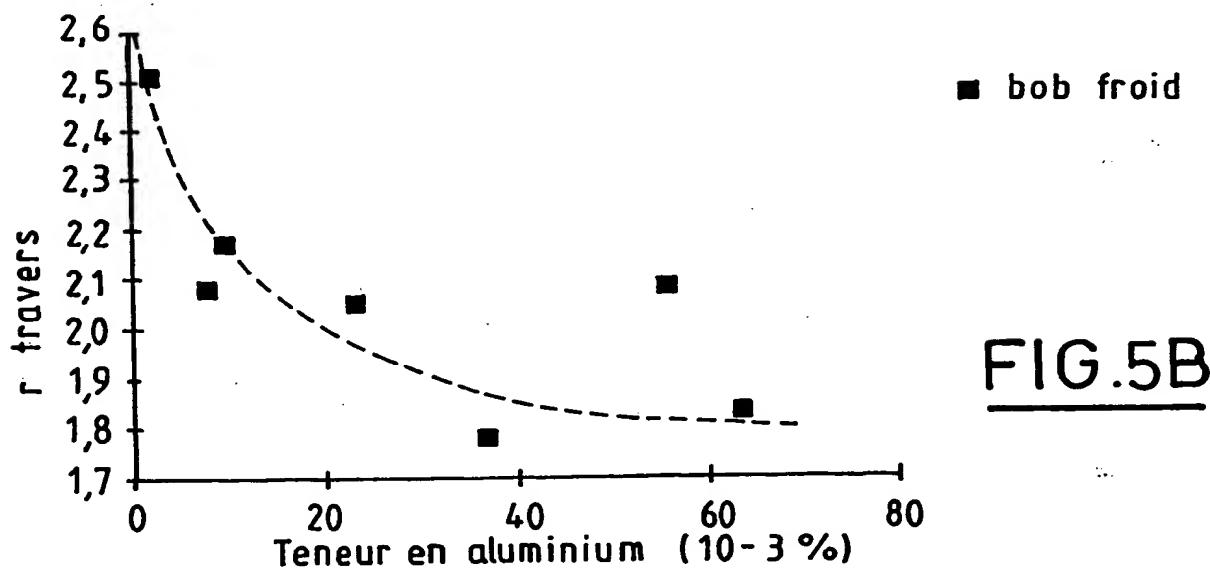
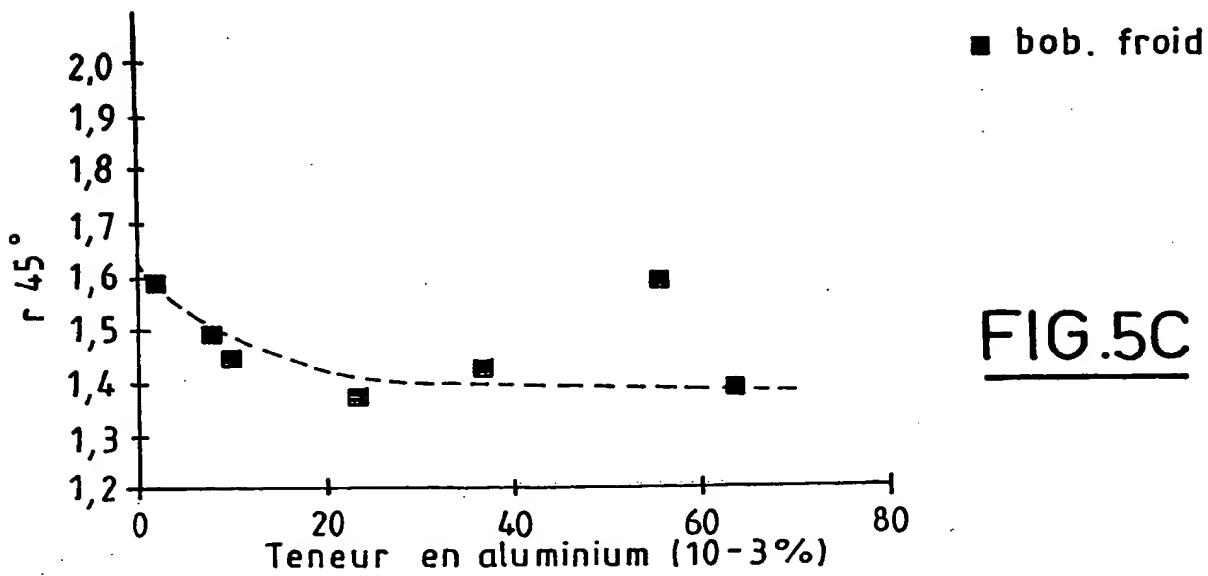
AI =  $37.10^{-3}\%$  (Ig:11,0-1,4)  
FIG. 2D

AI =  $64.10^{-3}\%$  (Ig:11,5-2,0)  
FIG. 2E

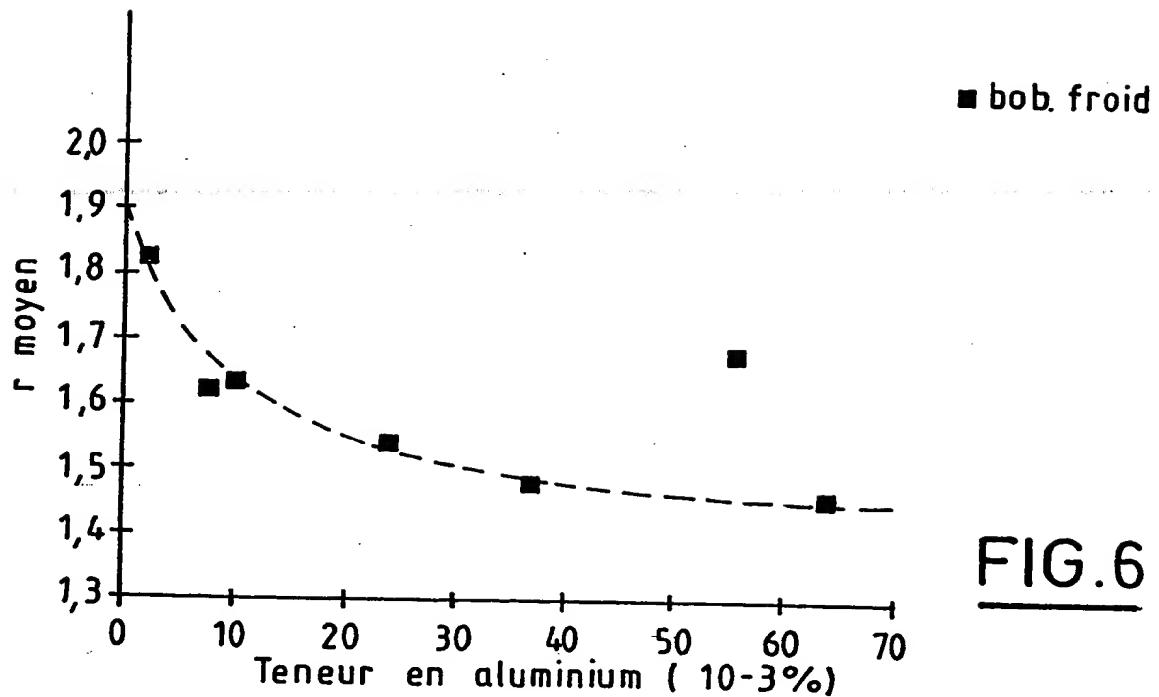
3 / 5

FIG.3FIG.4

4/5

**FIG.5A****FIG.5B****FIG.5C**

5/5



OBLON, SPIVAK, McCLELLAND, MAIER & NEUSTADT, P.C.  
ATTORNEYS AT LAW  
FOURTH FLOOR  
1755 JEFFERSON DAVIS HIGHWAY  
ARLINGTON, VIRGINIA 22202 U.S.A.  
(703) 413-3000

SERIAL NO: 09/129,238  
FILING DATE: August 5, 1998

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**